

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-309309

(43)Date of publication of application : 31.10.2003

(51)Int.Cl.

H01S 3/02
H01S 3/06
H01S 3/094
H01S 3/10

(21)Application number : 2002-115341

(71)Applicant : WATANABE ITARU

(22)Date of filing : 17.04.2002

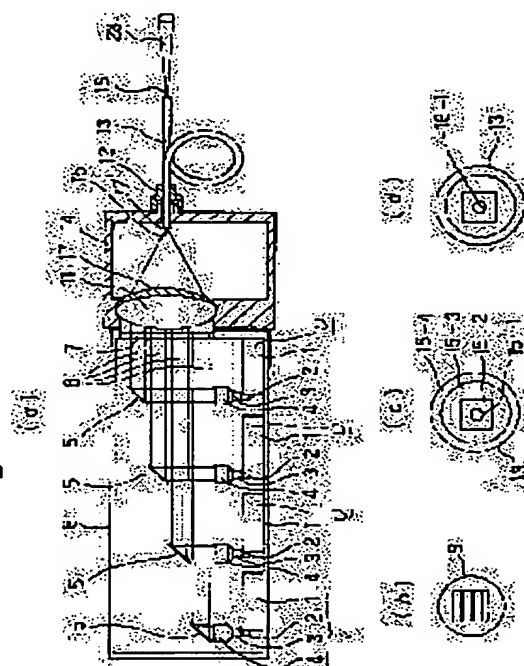
(72)Inventor : WATANABE ITARU

(54) HIGH-DENSITY AND HIGH-OUTPUT LASER DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical system device which can obtain high density and high output laser using simple, efficient, and direct irradiation and injection of a beam emitted from a multi-mode semiconductor laser as the excitation light to a clad pumping laser fiber.

SOLUTION: The device has a lens for condensing a direction of fast axis in the light emission region of the multi-mode semiconductor laser and a convex lens 11, through which the end face of the clad pumping laser fiber 13 is irradiated directly with the beam shaped by the condensing lens. Reflecting films 17, 17' reflecting the wavelength of a single mode laser to be emitted from the clad excitation laser fiber 13 are provided on the clad pumping fiber side of the convex lens 11 or on the end face of the clad pumping laser fiber.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

【特許請求の範囲】

【請求項1】マルチモード半導体レーザーから発射された光を、希土類元素をドープしたコアとその周りに略同心円状に配置した少なくとも2重のクラッドを有するクラッド励起レーザーファイバーに照射し、へきかいした他端面の中央部コアからシングルモードのレーザーが発射される装置であって、該装置が、前記マルチモード半導体レーザーの発光領域のファースト軸方向を集光するレンズと、該レンズで整形されたビームをクラッド励起レーザーファイバー13の端面に直接照射する凸レンズ11を有し、かつ前記凸レンズ11のクラッド励起ファイバー側またはクラッド励起レーザーファイバー端面に、クラッド励起レーザーファイバー13から発射するシングルモードレーザーの波長を反射する反射膜17、17'を設けたことを特徴とする高密度・高出力レーザー装置。

【請求項2】マルチモード半導体レーザーの発光領域のファースト軸方向を集光するレンズと、該レンズで整形されたビームを集光する凸レンズ11と、開口比が0.05~0.7であり前記凸レンズ11からビームの照射を受けるマルチモードファイバー18と、希土類元素をドープしたコアとその周りに略同心円状に配置した少なくとも2重のクラッドを有するクラッド励起レーザーファイバー13とを備え、前記マルチモードファイバー18は、励起光を注入し得るように側面がクラッド励起レーザーファイバー13の最内周のクラッド15-2に融着19しており、マルチモードファイバー18の終端はマルチモード半導体レーザーの反射膜22を有し、クラッド励起レーザーファイバー13の一端面は、中央部のコアから発射されるシングルモードの波長を反射する膜20を設けていることを特徴とする高密度・高出力レーザー装置。

【請求項3】クラッド励起レーザーファイバー13の側面にマルチモードファイバー18を複数個融着したものを含む請求項2に記載の高密度・高出力レーザー装置。

【請求項4】希土類元素をドープしたコアとその周りに略同心円状に配置した少なくとも2重のクラッドを有するクラッド励起レーザーファイバーにおける最内周のクラッドが、3辺以上の多角形断面からなっているクラッド励起ファイバーである請求項1ないし3のいずれかに記載の高密度・高出力レーザー装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチモード半導体レーザー出力を1個あるいは複数個結合して発射されるマルチモードレーザーを励起して、高密度・高出力なシングルモードレーザーを得るための手段、さらに詳しくは、低出力マルチモードのレーザー装置であってもその出力の増強を図って高密度・高出力なシングルモードレーザー出力を得ることが可能な手段に関するものであ

る。

【0002】

【従来の技術】レーザー光の高出力・高出力化への要求を満たすため、各種のレーザー光源の高密度・高出力化が進められている。中でも注目されているものとして半導体レーザーとクラッド励起レーザーファイバーがある。これまでの高出力・高密度を得るためのマルチモード半導体レーザー光とクラッド励起レーザーファイバーの結合方法としては、主として次の二つの方法があった。

【0003】1. 光学部品結合法

この方法は、図1に例示したように、マルチモードファイバー付レーザーダイオードバー101のマルチモードファイバー末端をクラッド励起レーザーファイバーの入射指数に合わせる多数のレンズセット102を配備する。また、クラッド励起レーザーファイバー103の両端面には、ファイバーレーザーミラー104、104が配備される。

【0004】この方法によれば、マルチモード半導体レーザーバーでクラッド励起レーザーファイバーから高密度高出力レーザーが得られるが、多数のレンズセット102やファイバーレーザーミラー104の光学部品が必要となり、その光学部品の製作・組立てが著しく難しく、高価となる問題点があった。

【0005】2. ファイバー結合法

この方法は、マルチモードファイバー付マルチモード半導体レーザーと、クラッド励起レーザーファイバーを、ファイバー部品を用いて光結合するもので、図2のように、マルチモード半導体レーザー105を、たとえばコア径 200μ ・開口比(NA)が0.12~0.5のマルチモードファイバー106に結合し、該マルチモードファイバー106の先端を50~80ミクロン程度まで細くしてテーバードファイバーとし、これをブラッググレーティングのフィルター107を両端に配したクラッド励起レーザーファイバー108に直列状に結合している。

【0006】この方法は、ファイバー部品で出力を結合できるという特徴を有しているものの、テーバードファイバーの製作、テーバードファイバーとクラッド励起レーザーファイバーとの結合が機械的に行われており、故障が多く使用方法も難しく、信頼性が著しく低い問題があった。また、本装置からの発射エネルギーを高めるには、クラッド励起レーザーファイバーに注入される励起エネルギーを高めることが重要であるが、本法では、クラッド励起レーザーファイバーの一端からしか注入できないので、クラッド励起レーザーファイバーの性能を100%利用することができないという問題があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記のような問題点を解消するためになされたもので、その第1の目

10

20

30

40

50

3

的は、マルチモード半導体レーザーから発射されるビームをクラッド励起レーザーファイバーに励起光として簡便にしかも効率よく直接照射・注入して高密度高出力レーザーを得ることができる光学系装置を提供することにある。

【0008】また、本発明の第2の目的は、マルチモード半導体レーザーから発射されるビームエネルギーを、簡便にしかもクラッド励起レーザーファイバーの極限近くまで注入することができる光学系装置を提供することにある。

【0009】本発明装置は、単結晶レーザーの励起用、高密度波長多重（DWDM）通信のための減衰光信号増幅再生用、二次元バーコード書き込み用、精密無痛歯牙切削用、美容整形、眼科治療用、トリマー等の超精密機械加工機器用など幅広い分野に利用できる。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の第1発明は、マルチモード半導体レーザーから発射された光を、希土類元素をドープしたコアとその周りに略同心円状に配置した少なくとも2重のクラッドを有するクラッド励起レーザーファイバーに照射し、へきかいした他端面の中央部コアからシングルモードのレーザーが発射される装置であって、該装置が、前記マルチモード半導体レーザーの発光領域のファースト軸方向を集光するレンズと、該レンズで整形されたビームをクラッド励起レーザーファイバーの端面に直接照射する凸レンズを有し、かつ前記凸レンズのクラッド励起ファイバー側またはクラッド励起レーザーファイバー端面に、クラッド励起レーザーファイバーから発射するシングルモードレーザーの波長を反射する反射膜を設けたことを特徴としている。

【0011】この構成により、高密度なシングルモードレーザーによるマルチモード半導体レーザーの破壊を生じさせずに、たとえば、開口比が0.05～0.15、略5～7ミクロンのコア径から、クラッド励起レーザーファイバーの励起用に照射されるマルチモード半導体レーザーエネルギーの略50～70%の高い効率でレーザー光を発射することが可能になる。

【0012】また、第2発明は、マルチモード半導体レーザーの発光領域のファースト軸方向を集光するレンズと、該レンズで整形されたビームを集光する凸レンズ1と、開口比が0.05～0.7であり前記凸レンズからビームの照射を受けるマルチモードファイバーと、希土類元素をドープしたコアとその周りに略同心円状に配置した少なくとも2重のクラッドを有するクラッド励起レーザーファイバーとを備え、前記マルチモードファイバーは、励起光を注入し得るように側面がクラッド励起レーザーファイバーの最内周のクラッドに融着しており、マルチモードファイバーの終端はマルチモード半導体レーザーの反射膜を有し、クラッド励起レーザーファ

4

イバーの一端面は、中央部のコアから発射されるシングルモードの波長を反射する膜を設けていることを特徴としている。

【0013】この第2発明によれば、クラッド励起レーザーファイバーの端面に直接照射し、励起するのでなく、いったんマルチモードファイバーに受け、そのマルチモードファイバーの側面からクラッド励起レーザーファイバーに励起光を注入し、クラッド励起レーザーファイバーの所定端面からのみ高密度化したレーザー光を照射するので、簡単な構造でありながら、たとえば、開口比が0.05～0.15、略5～7ミクロンのコア径から、クラッド励起レーザーファイバーの励起用に照射されるマルチモード半導体レーザーエネルギーの略50～80%の高い効率でレーザー光を発射することが可能になる。しかも、マルチモードファイバーは複数個融着することで励起エネルギーを著しく高めることができ、その結果、シングルモードレーザー光を限界値まで高めることができる。

【0014】第1発明と第2発明において、希土類元素をドープしたコアとその周りに略同心円状に配置した少なくとも2重のクラッドを有するクラッド励起レーザーファイバーにおける最内周のクラッドが3辺以上の多角形断面からなっているものを使用することが好適である。この構成を採用した場合には、多角形の面に直角に入光されるので、高密度化が得られる。

【0015】

【発明の実施の態様】以下本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。図3は本発明の第1実施例を示しており、2はヒートシンク1に搭載された多モード半導体レーザーであり、ヒートシンク1ともども放熱効果のある筐体6に取り付けられている。多モード半導体レーザー2の光軸上には、シリンドリカルレンズ3と、エミッター側がフラットでその反対側が円柱状の平ーシリンドリカルレンズ4が配置されている。シリンドリカルレンズ4の光軸上には、ビームを直角方向（符号8参照）に反射させる全反射ミラーあるいはプリズム5が配されている。こうしたヒートシンク1、多モード半導体レーザー2、シリンドリカルレンズ3、平ーシリンドリカルレンズ4および全反射ミラーあるいはプリズム5からなる【0016】こうしたヒートシンク1、多モード半導体レーザー2、シリンドリカルレンズ3、平ーシリンドリカルレンズ4および全反射ミラーあるいはプリズム5からなるユニットUは複数個（この例では4個）スロー軸方向に一列に並べられている。前記ミラーあるいはプリズム5は、その反射光が略平行になるように各ユニットで位相をずらせて配置される。

【0017】多モード半導体レーザー2は、たとえば、エミッターサイズが1ミクロン×100ミクロン、ファースト軸方向広がり半値角47度、スロー軸方向広がり半値角12度で2ワットの発光出力がある中心波長が9

5

15 nmの特性を有するものが用いられる。エミッターから放出されるレーザー光をまずファースト軸方向をシリンドリカルレンズ3で集光・整形し、次にスロー軸方向をエミッター側がフラットでその反対側が円柱状の平—シリンドリカルレンズ4で配置し集光・整形する。シリンドリカルレンズ3は、たとえば、直径0.5 mm—焦点距離0.2 mmのもの、平—シリンドリカルレンズ4は、たとえばレンズ径2 mm—焦点距離8 mmのものが望ましい。そのビームを全反射ミラーあるはプリズム5で直角方向に反射させる。

【0018】前記筐体6は非透光性の材料で気密性の高い状態に製作されており、全反射ミラーあるはプリズム5の光軸方向には、石英あるいはサファイアガラスなどの透光板7が固定されている。そして、筐体6に隣接して筐体14が設けられ、この筐体14に透光板7と正対してビーム光軸上に集光レンズ11が配置されており、この光軸上にはクラッド励起レーザーファイバー13が望んでおり、筐体14は、クラッド励起レーザーファイバー13を集光レンズ11の焦点部に位置するように固定するコネクター12を有している。集光レンズ11はたとえば焦点距離4.5 mmのものが用いられる。

【0019】前記集光レンズ11のクラッド励起レーザーファイバー側には、シングルモードレーザーがマルチモード半導体レーザー2に照射されないようにするため、発射される発振波長と同程度の反射膜17をコーティングなどによって設けている。なお、この反射膜17は、クラッド励起レーザーファイバー13の励起光入射面15の端面に設けてもよく、励起光入射面15と集光レンズ11のクラッド励起レーザーファイバー側の双方に設けてもよい。

【0020】前記のように全反射ミラーあるはプリズム5、5で直角方向に反射させられた各ビームは、図3(b)のように、ビーム形状(9)が密集して配置された状態になる。各ビームの形状は、0.5 mm×2.0 mmとなり、これが密に配置され合成されたビームは、2.0 mm×2.0 mmとなる。

【0021】クラッド励起レーザーファイバー13は、図3(c)のように、希土類元素をドープしたコア15-1を中心部に有し、その周りに、励起用マルチモード半導体レーザー光をガイドする最内周クラッド(またはポンプガイド)15-2と、第二クラッド15-3と、それを保護する膜15-4からなっている。最内周クラッド15-2は、反射効率を高めるため多角形断面となっている。

【0022】クラッド励起レーザーファイバー13の具体的な仕様としては、コア：イッテルビウムドープレーザーコア径7 μ m、NAが略0.12、最内周クラッドまたはポンプガイド：平均径が125 μ m、NAが略0.50、第二クラッド：平均径が150 μ mである。この場合のクラッド励起レーザーファイバ

6

ー13の大略外径は250 μ mである。

【0023】前記透光板7を透過した合成ビームは集光レンズ11で集光され、クラッド励起レーザーファイバー13の端面の最内周クラッド15-2に照射される。これにより、クラッド励起レーザーファイバー13の他端面16のイッテルビウムドープドコアレーザーから、発振波長が略1060 nm、出力大略4 Wのシングルモードレーザーが発射される。

【0024】図4は本発明の第2実施例を示している。この実施例における基本構成は、第1実施例と筐体14に挿着されるファイバーがクラッド励起レーザーファイバー13でなく、マルチモード光ファイバー18であることを除いて、第1実施例と同様である。この第2実施例では、ビームの光軸上に集光レンズ11を配置し、マルチモード光ファイバー18をその焦点部に位置するように配置し集光するようにしている。マルチモード光ファイバー18は、たとえば、NAが略0.42、コア径が125 μ mのものが使用される。

【0025】前記マルチモード光ファイバー18は、コア部18-1とクラッド18-2を有し、適度の曲率で湾曲され、任意の部位の側面がクラッド励起レーザーファイバー13の一部に光透過可能状態で接合される。すなわち、マルチモード光ファイバー18のコア部18-1が、クラッド励起レーザーファイバー13の最内周クラッド15-2に融着される。符号19は融着部を示している。

【0026】そして、マルチモード光ファイバー18の先端はマルチモード半導体レーザーの反射膜22が設けられ、クラッド励起レーザーファイバー13の端面は、シングルモードレーザーの発振波長を、効率よく反射する反射膜20が設けられている。これにより、クラッド励起レーザーファイバー13の他端面21すなわち、イッテルビウムドープドコアレーザーから、発振波長が略1060 nm、出力大略4 Wのシングルモードレーザーが発射される。

【0027】なお、本発明は、マルチモードファイバー18のコア部18-1を、クラッド励起レーザーファイバー13の最内周クラッド15-2に複数個融着することを含んでいる。すなわち、符号Aで示す装置を複数個配し、それぞれの装置A、Aにおけるマルチモードファイバー18のコア部18-1を、クラッド励起レーザーファイバー13の最内周クラッド15-2に融着するものである。その融着位置は、同断面位置、変位した位置など任意であり、こうすることによってクラッド励起レーザーファイバー13の極限まで励起エネルギーを注入できる。

【0028】図示するものは本発明のあくまでも数例であり、これに限定されるものではない。実施例中のスロー軸方向のビーム整形するシリンドリカルレンズ4は省略してもよい。また、ユニットUの数は限定がない。反

7

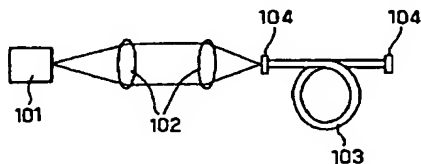
、射膜 1.5、20、22 はブラッググレーティングフィルターを含む概念である。凸レンズ 11 はこれに代えて凹面鏡であってもよい。

【0029】

【発明の効果】以上説明した本発明の請求項 1 によれば、複数個のマルチモード半導体レーザー 2 から放射される光を凸レンズ 11 で集光し、希土類元素をドープしたコアの外周に少なくとも 2 重のクラッドを有するクラッド励起レーザーファイバー 13 の端面に直接照射し、励起し、他の端面のコアからシングルモードレーザーを発射し、凸レンズ 11 のクラッド励起ファイバー側またはクラッド励起レーザーファイバー端面に、クラッド励起レーザーファイバー 13 から発射するシングルモードレーザーの波長を反射する反射膜 17 を設けているので、マルチモード半導体レーザー 2 が損傷されることなく、効率よく高密度・高出力が得られる。この結果、たとえば $NA = 0.12$ で 7 ミクロン径のシングルモードレーザー光が、5～30 ワットの出力で安価に信頼性良く得ることができるというすぐれた効果が得られる。

【0030】請求項 2、3 によれば、マルチモード半導体レーザーの発光領域のファースト軸方向を集光するレンズと、該レンズで整形されたビームを集光する凸レンズ 11 と、開口比が 0.05～0.7 であり前記凸レンズ 11 からビームの照射を受けるマルチモードファイバー 18 と、希土類元素をドープしたコアとその周りに略同心円状に配置した少なくとも 2 重のクラッドを有するクラッド励起レーザーファイバー 13 とを備え、前記マルチモードファイバー 18 は、励起光を注入し得るように側面がクラッド励起レーザーファイバー 13 の最内周のクラッド 15-2 に融着 19 しており、マルチモードファイバー 18 の終端はマルチモード半導体レーザーの反射膜 22 を有し、クラッド励起レーザーファイバー 13 の一端面は、中央部のコアから発射されるシングルモードの波長を反射する膜 20 を設けているので、ク

【図 1】



8

ラッド励起レーザーファイバー 13 の励起度をマルチモードファイバー 18 の融着数の選定によっていかようにも簡単に設定でき、クラッド励起レーザーファイバー 13 の極限まで励起エネルギーを注入し、顕著な高密度・高出力なシングルモードレーザーを得ることができるというすぐれた効果が得られる。

【0031】請求項 4 によれば、多角形の面に直角に反射して入光されるので、確実な高密度化が得られるというすぐれた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の偏光結合法を示す説明図である。

【図 2】従来のファイバー結合法を示す説明図である。

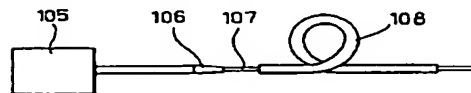
【図 3】(a) は本発明の第 1 実施例を示す縦断側面図、(b) は (a) における凸レンズ下流のビーム形状を示す説明図、(c) はクラッド励起レーザーファイバーの励起光入射端の拡大断面図、(d) はクラッド励起レーザーファイバーのシングルモードレーザー発射端の拡大図である。

【図 4】(a) は本発明の第 2 実施例を示す縦断側面図、(b) は (a) におけるマルチモードファイバーとクラッド励起レーザーファイバーの融着部分の拡大断面図である。

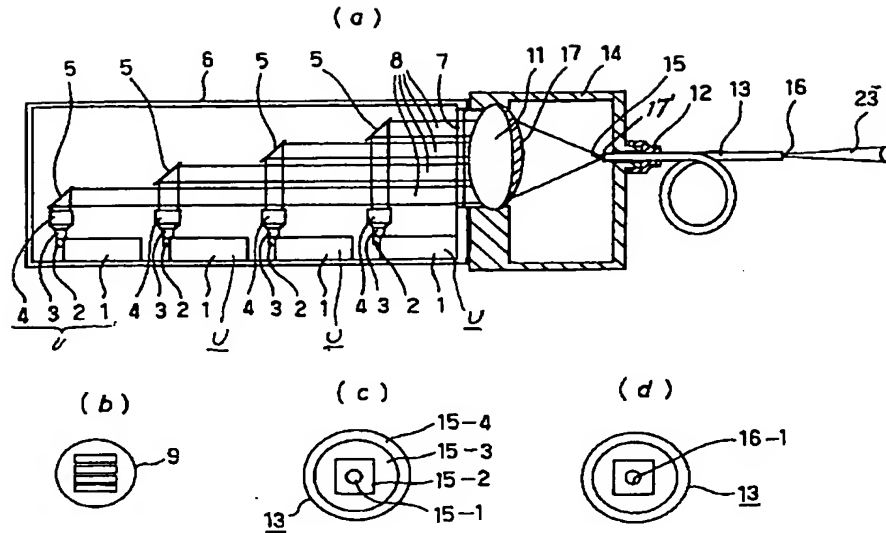
【符号の説明】

- 2 多モード半導体レーザー
- 11 集光レンズ
- 13 多モード光ファイバー
- 15-1 コア
- 15-2 最内周クラッドまたはポンプガイド
- 15-3 第二クラッド
- 17、17' 反射膜
- 18 マルチモードファイバー
- 19 マルチモードファイバーとクラッド励起レーザーファイバーとの融着点
- 20 反射膜
- 22 反射膜

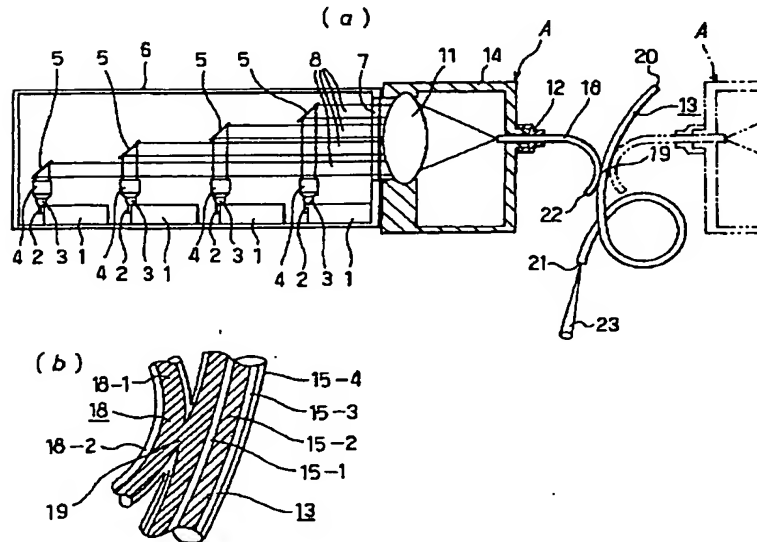
【図 2】



【図3】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成14年4月19日（2002. 4. 19）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】符号の説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【符号の説明】

2 多モード半導体レーザー

11 集光レンズ

13 クラッド励起レーザーファイバー

15-1 コア

15-2 最内周クラッドまたはポンプガイド

15-3 第二クラッド

・ 1 7、1 7 ' 反射膜

1 8 マルチモードファイバー

1 9 マルチモードファイバーとクラッド励起レーザー

ファイバーとの融着点

2 0 反射膜

2 2 反射膜

File 351:Derwent WPI 1963-2005/UD,UM &UP=200534

(c) 2005 Thomson Derwent

*File 351: For more current information, include File 331 in your search.
Enter HELP NEWS 331 for details.

2/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014717018 **Image available**

WPI Acc No: 2002-537722/200257

XRPX Acc No: N02-425770

Fiber laser for welding, drilling, or cutting, has optical fiber with one or more active ion doped cores which absorb pump radiation emitted from laser diode stack, to generate and output radiation by stimulated emission

Patent Assignee: UNIV SOUTHAMPTON (UYSO-N); CLARKSON W A (CLAR-I); HARWOOD D W J (HARW-I); TURNER P W (TURN-I)

Inventor: CLARKSON W A; HARWOOD D W J; TURNER P W

Number of Countries: 101 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
WO 200250964	A2	20020627	WO 2001GB5626	A	20011218	200257 B
AU 200222268	A	20020701	AU 200222268	A	20011218	200264
EP 1358699	A2	20031105	EP 2001271679	A	20011218	200377
			WO 2001GB5626	A	20011218	
US 20040076197	A1	20040422	WO 2001GB5626	A	20011218	200428
			US 2003450865	A	20031027	
JP 2004527101	W	20040902	WO 2001GB5626	A	20011218	200457
			JP 2002551956	A	20011218	

Priority Applications (No Type Date): GB 200031463 A 20001221

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

WO 200250964 A2 E 48 H01S-003/00

Designated States (National): AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ CA CH CN CO CR CU CZ DE DK DM DZ EC EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NO NZ OM PH PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TN TR TT TZ UA UG US UZ VN YU ZA ZM ZW

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK EA ES FI FR GB GH GM GR IE IT KE LS LU MC MW MZ NL OA PT SD SE SL SZ TR TZ UG ZM ZW

AU 200222268 A H01S-003/00 Based on patent WO 200250964

EP 1358699 A2 E H01S-003/00 Based on patent WO 200250964

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI TR

US 20040076197 A1 H01S-003/30

JP 2004527101 W 74 H01S-003/06 Based on patent WO 200250964

Abstract (Basic): WO 200250964 A2

NOVELTY - A laser diode stack (10) comprising one or more laser diodes emit pump radiation which are focussed by a beam shaping optics

(20) onto an optical fiber. The optical fiber (40) having an elongate inner cladding and surrounded by one or more fiber cores doped with active ions, absorb pump radiation through the inner cladding so as to generate and emit output radiation (61) by stimulated emission.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for the following:

- (1) Optical system; and
- (2) Laser radiation generation method.

USE - For optical system (claimed) used in welding, drilling, precision machining, marking, cutting, material processing, etc. Also for medicine and defence applications.

ADVANTAGE - Since the cores are doped with active ions, the pump radiation is absorbed efficiently and the laser beam of good beam quality is output efficiently.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the planar view of fiber laser.

Laser diode stack (10)
Beam shaping optics (20)
Optical fiber (40)
Output radiation (61)
pp; 48 DwgNo 8b/14

Title Terms: LASER; WELD; DRILL; CUT; OPTICAL; ONE; MORE; ACTIVE; ION; DOPE
; CORE; ABSORB; PUMP; RADIATE; EMIT; LASER; DIODE; STACK; GENERATE;
OUTPUT; RADIATE; STIMULATING; EMIT

Derwent Class: U12; V07; V08; X24

International Patent Class (Main): H01S-003/00; H01S-003/06; H01S-003/30

International Patent Class (Additional): H01S-003/10

File Segment: EPI